

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 68 (1976)
Heft: 4

Artikel: Das Kraftwerk Ladral der Elektrizitätswerke Bündner Oberland AG, Ilanz
Autor: Inderbitzin, Hans / Schwander, Bruno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939287>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Das Kraftwerk Ladral der Elektrizitätswerke Bündner Oberland AG, Ilanz

Hans Inderbitzin und Bruno Schwander

DK 621.221.2

1. Die Baugesellschaft

Die Elektrizitätswerke Bündner Oberland AG, Ilanz (EWBO), beliefert als private Aktiengesellschaft 40 Gemeinden im Bündner Oberland direkt mit elektrischer Energie. Die Aktien sind zu 40 % im Besitz dieser 40 Gemeinden und des Kantons Graubünden, während 60 % des Aktienkapitals in Händen von über 700 privaten Aktionären ist.

In den letzten Jahren erfuhr das EWBO ausserordentlich hohe, jährliche Energiebedarfszunahmen von 10 bis 17 %. Der Energiebedarf der Gesellschaft wurde mit dem eigenen Kraftwerk Waltensburg, mit Partnerenergie aus dem Kraftwerk Frisal sowie mit Fremdenergie verschiedener Lieferanten gedeckt.

2. Die Entstehung des Projektes

Als im Jahre 1965 die Konzession für das Kraftwerk Waltensburg abgelaufen war, das im Jahre 1907 mit einer maximalen Leistung von 1180 kVA und einer mittleren erzeugbaren Energie von 4,5 Mio kWh pro Jahr gebaut wurde, stellte sich die Frage, ob das bestehende Werk umgebaut und modernisiert oder durch eine neue Anlage zu ersetzen sei. Von Anfang an fiel nur der Bau einer neuen Wasserkraftanlage in Betracht, da dem bestehenden Werk am Flembach durch den Betrieb des Kraftwerkes Frisal wesentliches Wasser entzogen wurde.

Vorerst galt es, die Möglichkeiten eines Jahresspeichers auf Ladralboden abzuklären. Ein projektiert Speicher von 3 Mio m³ Inhalt musste aufgegeben werden, als man sah, dass die Kosten zu hoch wären und geologische Unsicherheiten zu grosse Risiken eingeschlossen hätten. Die geologischen Untersuchungen wurden von Professor J. Cadisch betreut. Auch das geringe Wasserdargebot am Ladralbach auf Kote 1521 trug zum ungünstigen Ergebnis der wirtschaftlichen Untersuchungen bei.

Für ein Laufkraftwerk wurden zwei Varianten untersucht:

a) Ein Zweistufenwerk mit einer oberen Stufe für die Nutzung des auf Kote 1425 gefassten Ladralbaches in einem Maschinenshaus in Waltensburg auf Kote 1007 und einer unteren Stufe, die als Neubau und Erneuerung der alten Anlage gedacht war und zusätzlich die Nutzung des Restwassers des Flem- und Ladralbaches über ein Bruttogefälle von 260 m ermöglicht hätte.

b) Ein Einstufenwerk zur Nutzung des gesamten Bruttogefälles von 665 m bei Verzicht auf die Nutzung der Restwassermengen auf Kote 1007 m ü.M., was gegenüber dem Zweistufenwerk eine Minderproduktion von nur 12 % brachte.

Vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnungen wiesen schon im Jahre 1964 in Richtung eines Einstufenwerkes. Diese Tendenz wurde mit zunehmender Bauteuerung immer eindeutiger, so dass als Bauprojekt eine neue Kraftwerk anlage unter Verzicht auf die Nutzung des Flembaches und ohne Rücksichtnahme auf das alte Kraftwerk ausgearbeitet wurde.

Die Konzessionsverhandlungen mit den Gemeinden gestalteten sich äusserst schwierig. Das Gesuch für die Wasserrechtsverleihung wurde im Herbst 1964 den verleihungsberechtigten drei Gemeinden unterbreitet. An eine Realisierung des Werkes konnte erst geschritten werden, nachdem die Regierung des Kantons Graubünden im Sommer 1970 anstelle einer Gemeinde die Konzession erteilte.

3. Das Bauprojekt

Das im Jahre 1971 ausgearbeitete Bauprojekt weist die folgenden technischen Daten auf:

Konzidiertes Gefälle am Ladralbach	690,00 m
Hydraulisches Bruttogefälle	666,00 m
Mittleres hydraulisches Nettogefälle	662,50 m

Die jährlichen Energieproduktionen betragen:

	Durchschnittliche Wasserführung	Wasserarmes Jahr
Winter	3,5 GWh	2,5 GWh
Sommer	10,5 GWh	8,0 GWh
Jahr	14,0 GWh	10,5 GWh

Ausbaugrössen: 0,9 m³/s bzw. 6250 kVA

Das genutzte Einzugsgebiet des Ladralbaches von ca. 16 km² ergibt Abflussmengen, die ungefähr der Hälfte analoger alpiner Flussläufe entsprechen. Obwohl Wasserversickerungen im Gebiet bekannt waren, überraschten die für die Projektierung durchgeföhrten Beobachtungen nicht nur wegen der geringen Abflussmengen, sondern noch viel mehr wegen der sehr unterschiedlichen spezifischen Ergiebigkeiten von Teileinzugsgebieten.

Bild 1 Uebersichtsplan über die Anlagen des neuen Kraftwerks Ladral; Ausnützung des Ladralbaches als Einstufenwerk mit Fassung auf Kote 1414,80. Ausschnitt aus der Schweizerischen Landeskarte 1:25 000, verkleinert auf 1:50 000, reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 1. März 1976.



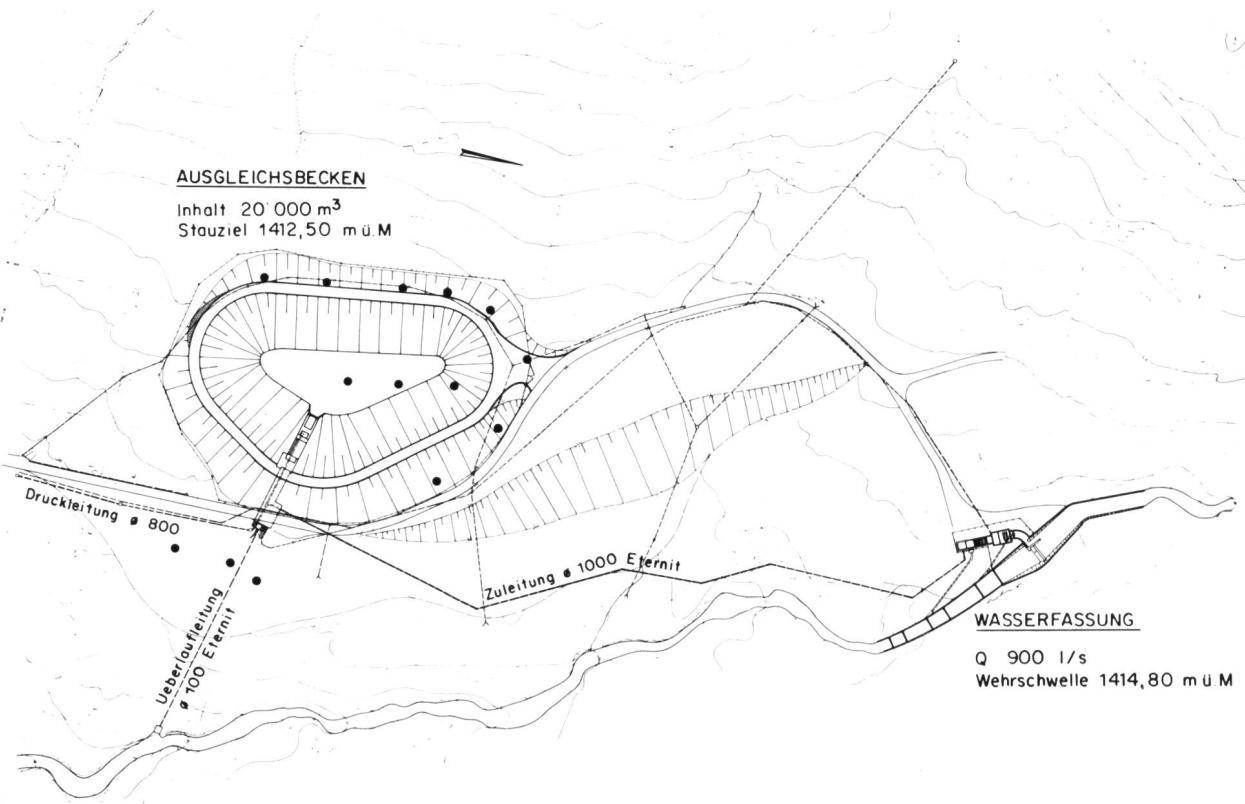


Bild 2 Anlagen auf der Alp Gneida. Wasserfassung mit Einlaufwerk, Entsanderkammer und Ueberlaufleitung, Zulaufleitung (300 m lang), Ausgleichsbecken. Uebersicht etwa 1:3000. Die Punkte geben die Lage der Filterbrunnen an; Brunnendurchmesser 350 mm, Bohrungsdurchmesser 900 mm.

Wasserfassung

Die Wasserfassung wurde mit fester Wehrschwelle und einer Entsanderkammer vorgesehen. Dem Entsander ist ein Kiesfang mit Spülshütze vorgelagert. Für allfällige Revisionen in der Entsanderkammer während Niederwasser im Spätsommer oder Herbst ist eine Umleitung möglich. Gegenüber einer Entsanderanlage mit zwei Kammern konnten durch diese Lösung Einsparungen bei den Regulierorganen erreicht werden. Die Zuflussmenge wird beim Entsanderauslauf durch einen Ueberfall gemessen. Eine Drosselung vor dem Fallschacht begrenzt die Zuflussmenge nach dem Ausgleichsbecken bei einem Katastrophenhochwasser von $80 \text{ m}^3/\text{s}$ im Ladralbach auf 2 bis $3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ausgleichsbecken

Das Ausgleichsbecken mit $20\,000 \text{ m}^3$ Nutzhalt wird durch ein kommunizierendes Rohrsystem gespiesen. Aus Bild 2 ist die Gesamtanordnung von Wasserfassung, Zuleitung, Ausgleichsbecken und Ueberlauf ersichtlich. Der Beckenuntergrund besteht aus einer verschwemmbten Moräne. Auf künstliche Böschungsbeläge in Bitumen oder Beton mit den entsprechenden Drainageschichten konnte verzichtet werden. Das Material für den Stützkörper und die Dichtungszone wurde aus dem Aushub gewonnen; dasjenige für den Filteraufbau musste in einem Kieswerk aufbereitet und angeliefert werden. Der Kornaufbau und die Klassifikation der verwendeten Materialien geht aus den Summenlinien, Bild 5, hervor.

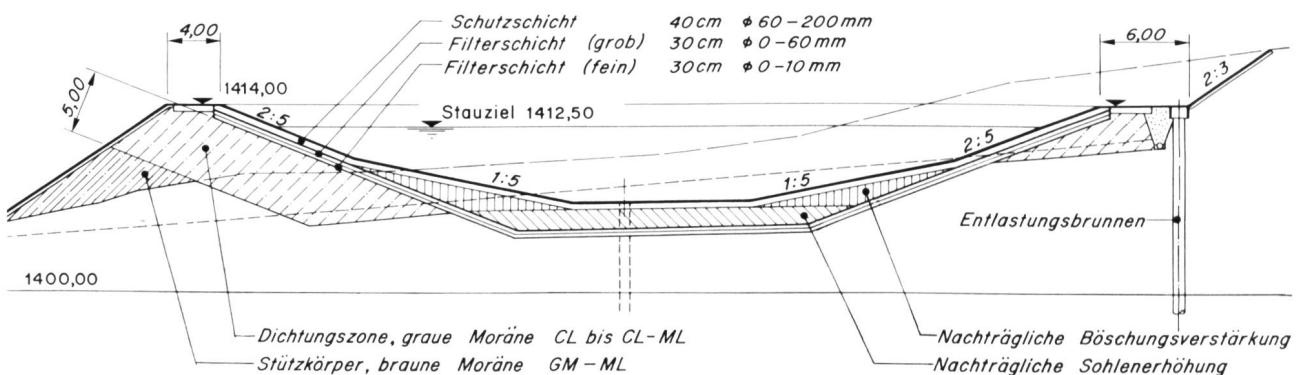


Bild 3 Schnitt rund 1:580 durch das Ausgleichsbecken Gneida, Beckenaufbau mit Angabe der eingebauten Schichten und Materialien.

Obwohl bei den bekannten Bodenkennwerten und topographischen Verhältnissen die Stabilität des Terrains im Bereich des Beckens und im überliegenden Hang für alle Betriebs- und Bauzustände mit Sicherheiten grösser 2,0 ausgewiesen waren, wurde nach ausgeführtem Bekkenauhub eine Instabilität des überliegenden Hanges festgestellt. Zusätzliche Sondierungen und Beobachtungen, die unter Leitung des geotechnischen Büros Dr. U. Schär und Friedli in Zürich standen, ergaben, dass in einer Tiefe von etwa 20 m unter dem Becken eine Zone mit gespanntem Wasser vorhanden war. Das Druckniveau des gespannten Wassers reichte bis 15,0 m über das ursprüngliche Terrain. Die Druckhöhen der Sickerströmungen im Untergrund wurden durch den Einbau von Quarzkerzen in verschiedenen Tiefen gemessen. Durch Entspannen der wasserführenden Schicht mittels 14 im Bereich des Beckens liegenden Filterbrunnen und durch ein Anheben der Beckensohle gelang es, die gewünschte Stabilitäts sicherheit auch bei leerem Becken nachzuweisen.

In Bild 4 sind die ursprünglichen und die künstlich abgesenkten Druckhöhen und das Sickernetz des gespannten Wassers dargestellt. Die Kontrollen und Beobachtungen während und nach der Bauausführung haben die Berechnungen weitgehend bestätigt.

Druckleitung

Die Druckleitung von 2800 m Länge und einem Durchmesser von 800 mm in den oberen Teilen und von 700 mm in der untersten Partie wurde als spiralgeschweisste Stahlleitung (St 37-2 und St 52-3) mit Wandstärken von 7,1 mm bis 12,0 mm ausgeführt. Das Gesamtgewicht der Leitung beträgt rund 500 t. Die Höhendifferenz beträgt 665 m. Eine Sicherheitsklappe — in der Apparatekammer des Einlaufbauwerkes beim Ausgleichsbecken montiert — soll die Leitung im Falle eines Rohrbruches strömungsgesteuert schliessen. In der obersten Partie wurden die Rohrschüsse auf eine Länge von 700 m mit Dresser-Kupplungen verbunden, um eine spannungsfreie Anpassung an eventuelle, relative Terrainbewegungen sicherzustellen. Im übrigen Bereich wurde die Stahlleitung verschweisst, auf 2000 m erdverlegt und auf 100 m offen auf Sattelstützen verlegt. Die Krümmer der verschweissten Leitung wurden nicht einbetoniert. Die zusätzliche Beanspruchung der Segmentkrümmer infolge Innendruck, Temperaturänderungen und Erdbettung wurden in die Berechnungen einbezogen und die Leitung auf $\frac{2}{3}$ der Streckengrenze bemessen.

Die Leitung erhielt als Korrosionsschutz innen einen Kaltzinkanstrich mit Bitumenbeschichtung und aussen eine Kunststoffbeschichtung.

Druckniveau des gespannten Wassers

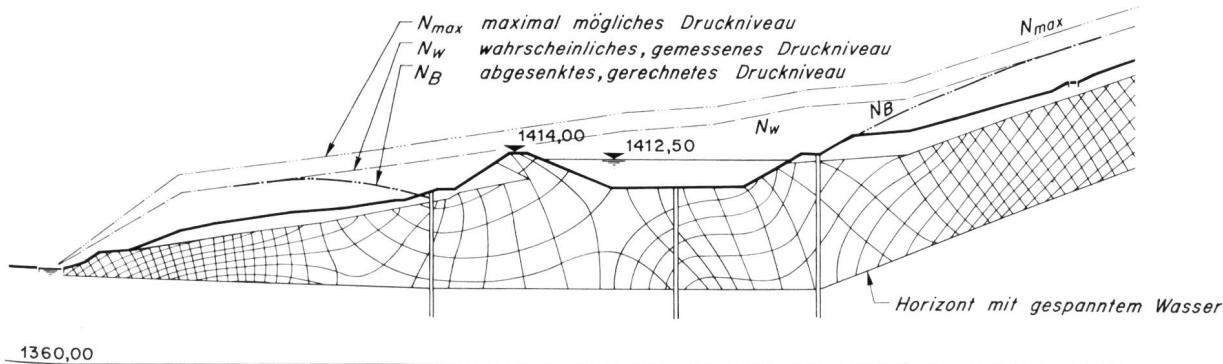


Bild 4 Schnitt 1:2000 durch das Ausgleichsbecken Gneida mit Sickernetz und Druckniveau des gespannten Grundwassers.

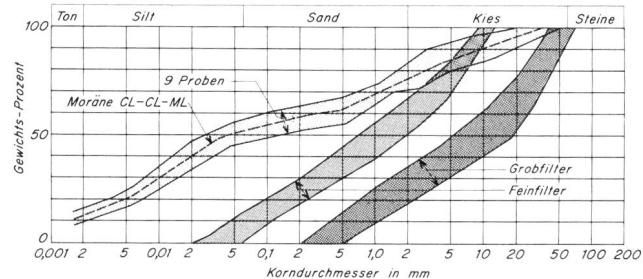


Bild 5 Summationskurve der Kornverteilung des Moränenmaterials für die Dichtungszone und für den Filteraufbau.



Bild 6 Ansicht des neuen Maschinenhauses Ladral am Rhein.



Bild 7 Blick auf das Ausgleichsbecken Gneida (20 000 m³ Inhalt) mit Einlaufbauwerk.

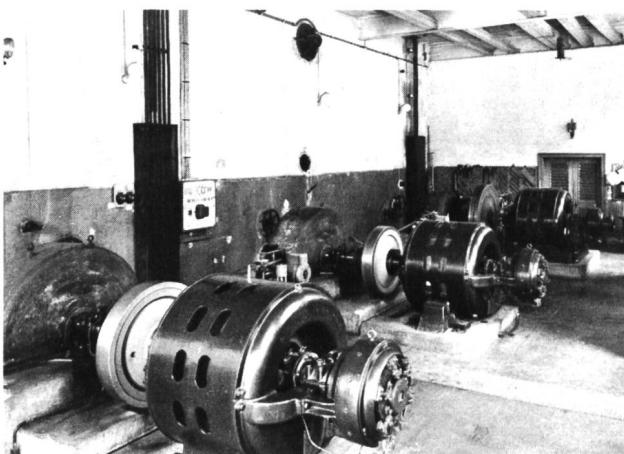


Bild 8 Maschinensaal des alten Kraftwerks Waltensburg aus dem Jahre 1907. Installierte Maschinenleistung 1180 kVA, Ausbauwassermenge 0,6 m³/s, Bruttogefälle 261 m.

Maschinensaal

Das Maschinensaal musste auf Pfählen fundiert werden. Es konnte zwischen Kantonstrasse und Rhein unmittelbar am Flussufer erstellt werden, so dass nur ein kurzer Unterwasserkanal von 20 m Länge und 80 cm Durchmesser notwendig war.

Die ganze Kraftwerkseinrichtung ist für vollautomatischen Betrieb ausgelegt und kann über eine nach modernsten Gesichtspunkten konzipierte Fernwirkanlage vom Kommandozentrum Ilanz aus ferngesteuert, reguliert und überwacht werden. Dadurch wird der personelle Aufwand auf ein Minimum reduziert, gleichzeitig wird die Betriebssicherheit der Anlage beträchtlich erhöht.

Die elektromechanische Zentralenausrüstung sowie das Maschinensaal wurden durch die Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG in Zürich projektiert.

Grundwasser

Für die Grundwassernutzung auf dem Ladralboden wurden während des Baues Sondierungen durchgeführt, die zum Bau von zwei Förderbrunnen als Versuchsanlage führten. Mit dieser Versuchsanlage konnte die verfügbare Winterwassermenge beträchtlich erhöht werden. Nachdem die Gemeinde Waltensburg im Herbst 1975 die Konzession für

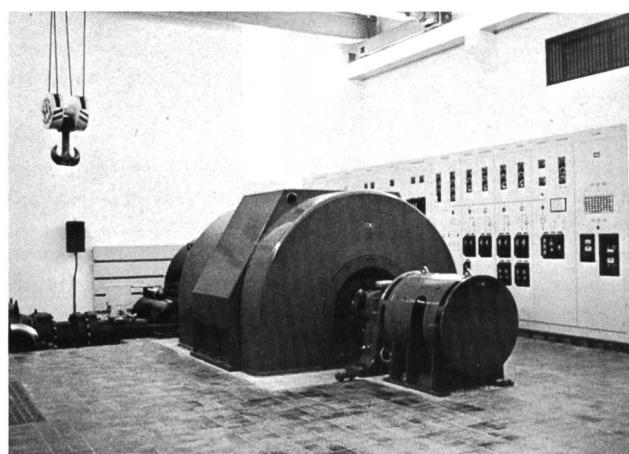


Bild 9 Maschinensaal des neuen Kraftwerks Ladral. Installierte Maschinenleistung 6250 kVA, Ausbauwassermenge 0,9 m³/s, Bruttogefälle 666 m.

die Nutzung des Grundwasserstromes erteilt hat, besteht die Möglichkeit, mit geringem Kosten- und Betriebsaufwand die Energieproduktion zu erhöhen. Die bisherigen Erfahrungen lassen eine Steigerung der Energieproduktion bis 20 % erwarten.

4. Die Bauausführung

Auf Grund der Zustimmung der Generalversammlung konnte der Verwaltungsrat am 20. März 1972 den Baubeschluss für das Kraftwerk Ladral fassen. Für die Bauleitung hat die Gesellschaft den Projektverfasser, Ingenieurbüro Schwaner und Flisch, bestellt.

Trotz der erheblichen geologischen Schwierigkeiten, die zu überwinden waren, konnte der Betrieb am 2. Dezember 1973 aufgenommen werden. Das Kraftwerk Ladral arbeitet seither einwandfrei. Im Mittel der zwei ersten Betriebsjahre wurden 16,2 Mio kWh pro Jahr erzeugt.

Das Kraftwerk Ladral ist ein Beispiel dafür, dass auch beim Stand der heutigen Jahreskosten alte Kraftwerkseinrichtungen durch einen Neubau ersetzt werden können.

Adresse des Verfassers: Hans Inderbitzin, Direktor der Elektrizitätswerke Bündner Oberland AG (EWBO), 7173 Ilanz, und Bruno Schwaner, dipl. Ing. ETH, Tittwiesenstrasse 61, 7000 Chur.

M I T T E I L U N G E N V E R S C H I E D E N E R A R T

Personelles

Motor-Columbus AG, Baden

Die Geschäftsleitung der Motor-Columbus AG, Baden, wurde auf den 1. April 1976 auf sieben Mitglieder erweitert. Als neue Mitglieder im Range von Hauptdirektoren wurden Dr. Bruno Hunziker für den Bereich Energie und Ing. Sven Johansson für den Bereich Dienstleistungen gewählt. Die Gesamtleitung liegt weiterhin bei Ing. Michael Kohn, Delegierter des Verwaltungsrates.

Engadiner Kraftwerke

Dr. H. Bergmaier, Delegierter des Verwaltungsrates der Elektrowatt AG, Zürich, ist von der in Chur durchgeführten Generalversammlung der Engadiner Kraftwerke AG (EKW), Zernez, zum neuen Verwaltungsratspräsidenten gewählt worden. Er tritt die Nachfolge des altershalber zurückgetretenen Dr. P. C. von Planta, Zuoz, an. An seine Stelle tritt neu Regierungsrat Otto Largiadèr, Chur, in den Verwaltungsrat, während General-

direktor R. E. Gut, Zürich, den aus diesem Gremium ausscheidenden Dr. R. Lang, Zürich, ersetzt. Das Amt des Vizepräsidenten wurde Fürsprech H. Dreier, Direktionspräsident der Bernischen Kraftwerke AG, Bern, übertragen.

Meteorologische Zentralanstalt Zürich

Der Bundesrat hat bei der Meteorologischen Zentralanstalt (MZA) vakant gewordene Stellen wie folgt neu besetzt: Zum stellvertretenden Direktor wurde Prof. Dr. Max Schüepp, bisher Abteilungschef, gewählt; als Chef der Abteilung Wetter- und Fernmeldedienste wurde Max Haug gewählt. Im weiteren wurde Dr. André Junod zum Vizedirektor ernannt.

Nordostschweizerische Kraftwerke AG Baden

Nach rund vierzigjähriger Tätigkeit bei der NOK ist Gottfried Gysel, stellvertretender Direktor der Bauabteilung, auf Ende März 1976 in den Ruhestand getreten.